



جَمْعِيَّةُ الْمُهَنْدِسِينَ الْمَلَائِكَةِ الْمَصْرِيَّةِ

النشرة السابعة من السنة السادسة عشر

١٣٤

محاضرة

عن محطة العطف الكهربائية

لمحاضرة الأستاذ مراد فهمي

مفتش كهربة بحري بمصلحة الميكانيكا والكهرباء

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ١٢ مارس سنة ١٩٢٦

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

ESEN-CPS-BK-0000000315-ESE

00426403



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة السابعة من السنة السادسة عشر

١٣٤

محاضرة

عن محطة العطف الكهربائية

لمحاضرة الأستاذ مراد فرهمي

مفتش كهربة بحرى بمصلحة الميكانيكا والكهرباء

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ١٢ مارس سنة ١٩٣٦

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء . .
تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شيني) ويرسل برسمها .

محطة العطف الكهربائية

مقدمة

لا أريد بهذه المحاضرة أن تكون بياناً شاملاً ووصفاً تفصيلياً لما في محطة العطف من الآلات والأجهزة وإنما سأكتفى بشرح الأجزاء الرئيسية ذاكراً لمميزاتها والأسباب التي دعت إلى اختيارها مع مقارنة بسيطة بينها وبين غيرها من الآلات المماثلة . وسأبدأ أولاً بمقدمة وجيزة عن التطورات التي حدثت في انتخاب موقع المحطة ونوع الآلات من حيث علاقتها بغيرها من محطات مشروع شمال الدلتا . كذلك سأتكلم عن إنشاء المباني ثم انتقل إلى الموضوع الرئيسي لمحاضرة اليوم وهو وصف الآلات وإدارتها .

ففي سنة ١٩٢٥ رأت وزارة الأشغال أثناء درسها لمشروعات الصرف بشمال الدلتا إقامة ثلاث محطات لتوليد الكهرباء تدار بماكينات ديزل الأولى بالسرو والثانية ببلقاس والثالثة بالعطف على أن تقوم كل من هذه المحطات الثلاث بتغذية طلمبات الصرف الواقعة في منطقتها بواسطة شبكة كهربائية مستقلة .

وفي أثناء درس جميع احتياجات الصرف وجد أن القوة اللازمة لصرف منطقة وسط الدلتا قد ازدادت حتى أصبح من المستحسن أن

الوجهة الاقتصادية إدارة محطة بلقاس بواسطة تربينات بخارية بدلا من الديزل على أن تبقى محطتا العطف والسرو تداران بالديزل .

وفي سنة ١٩٢٧ رؤى توصيل الشبكات الكهربائية بالمناطق الثلاث بعضها ببعض حتى تتصل محطات التوليد فيمكن عند حدوث عطف بأحدى المحطات الاستفادة بالقوى الاحتياطية الموجودة بالمحطتين الأخرتين . وقد ترتب على ذلك إعادة النظر في موقعى محطتى بلقاس والعطف نظرا للعقبات التى ظهرت من وضع المحطة البخارية ببلقاس من ارتفاع مصاريف نقل الفحم إليها وصعوبة توفير المياه اللازمة للآلات أثناء السدة الشتوية .

غير أن نقل المحطة الرئيسية للشبكة الكهربائية من بلقاس ووضعها فى العطف يترتب عليه زيادة الفاقد فى الخط الكهربائى نظراً لبعدها المحطة عن مركز الحمل . إلا أن هذه الزيادة فى الفقد صغيرة بالنسبة للوفر فى مصاريف نقل الفحم .

لذلك تقرر نقل التربينات البخارية إلى العطف وماكينات الديزل إلى بلقاس وقد اختير موقع المحطة بجوار محطة طامبات العطف بين فرع رشيد وترعة ساحل مرقس . وبذلك يمكن نقل الفحم بحراً كما أنه يمكن الحصول على المياه اللازمة للآلات طول السنة من ترعة ساحل مرقس .

وعهدت مقاوله إنشاء المباني إلى شركة دورمان لوانج . ومقاوله الماكينات إلى الشركة الانجليزية الكهربائية . وقد بدىء العمل فى أوائل

سنة ١٩٣٠ وأديرت المحطة في أغسطس سنة ١٩٣٢ .

وبلغت تكاليف إنشاء المباني حوالى ١٢٠ ألف جنيه والمساكنات ٢٢٠ ألف جنيه .

المباني

أنشئت مباني المحطة على ميدة من الخرسانة المسلحة سمكها ٦٠ سم محملة على خوازيق من الخرسانة المسلحة عددها ٥٧٠ طول الواحد منها أحد عشر متراً بقطاع مربع ٣٨ سم^٢ . وهذه الخوازيق موزعة حسب توزيع الأثقال . وقد دلت التجارب التي عملت على أربعة خوازيق أن أقصى حمل يمكن أن يتحمله الخازوق الواحد هو ٤٨ طناً وبتقدير معاملاً للأمن ١٢ اعتبار الحمل المأمون ٣٢ طناً .

وتتكون المباني فوق الميدة الخرسانية من هيكل من الكمرات الحديدية مملوء بالطوب الأحمر . وقد أقيم بجوار المحطة مباني الورش والمخازن وعملية ترشيح المياه اللازمة للقزانات وكذلك ترشيح وتعقيم المياه اللازمة للمنازل الموظفين انظر شكل نمرة ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ .

وقد لوحظ أثناء التقدم فى أعمال المباني وتركيب المساكنات هبوط عام فى المحطة أخذ يزداد فى الجهة القبلىة تحت تأثير أحمال القزانات الكبيرة ولا أريد أن أطيل فى شرح هذه النقطة وذكر المباحث والآراء المختلفة التى أبديت فيها فقد سبق أن تكلم عنها بالتفصيل حضرة صاحب العزة

مدير عام مصلحة الميكانيكا والكهرباء في المحاضرة التي ألقاها في هذه القاعة
في فبراير سنة ١٩٣٣ .

لذلك اكتفى بأن أذكر أنه تقرر دق ستائر حديدية حول المحطة وقد
استمر بعد ذلك أخذ قراءات المناسب فلو حظ وقف الهبوط تماماً .

الماكينات

تنقسم الماكينات بالمحطة إلى ثلاثة أقسام .

(١) القزانات وتوابعها .

(٢) التريينات وتوابعها .

(٣) المولدات والمحولات الكهربائية وما يتبعها .

فبالمحطة ثلاثة قزانات من النوع البحري ذات المواسير المائية من
شركة بابكوك ووليكوكس تمتد بالبخار ثلاثة تريينات من ذات الاسطوانة
الواحدة من صنع الشركة الانجليزية الكهربائية وهذه تدير ثلاثة مولدات
من صنع الشركة نفسها . أنظر رسم نمرة ٥

وقوة كل مولد من هذه المولدات على الحمل الكامل ٢٧٠٠ كيلوات
على ٣٣٠٠ فولت ويرفع ضغط التيار بعد خروجه من المولدات في محولات
خارجية إلى ٣٣ ألف فولت ويرسل بهذا الضغط في المغذيات .

وسنتكلم الآن عن كل قسم من أقسام المحطة بالتفصيل .

القزانات

فالقزانات تكون الجزء الأساسي في المحطات البخارية إذ فيها يتم تحويل الطاقة الكامنة في مختلف أنواع الوقود إلى طاقة حرارية في البخار ويتوقف على طريقة تشغيل القزانات لاتمام هذا التحويل الجودة النهائية للمحطة وتبعاً لذلك سعر وحدة الطاقة الكهربائية . ولذلك من الواجب توجيه قسط وافر من العناية للقزانات . أنظر رسم نمرة ٦ .

ويعتاز التقدم في محطات القوى في السنوات الأخيرة بزيادة مطردة في ضغط البخار ودرجة تحميصه نتج عن زيادة محسوسة في الجودة الحرارية ويرجع أغلب الفضل في هذه الزيادة إلى الأبحاث والتجارب المختلفة على مقاومات المواد المستعملة في انشاء القزانات وتحملها لدرجات الحرارة والضغط العالية . فقد دلت هذه التجارب على أن القانون المعروف بهوكس Hook's وهو تناسب التحميل والاجهاد stress and strain لا يسرى على المعادن عند درجات الحرارة المرتفعة فان هذه المعادن علاوة على تمددها المبدئي في حدود المرونة حسب القانون المذكور تستمر في التمدد البطيء فتزداد الجهود الداخلية internal stresses وهذا التمدد البطيء يسمى بالزحف creep وهو يتوقف على الحرارة والضغط الذي يتعرض له المعدن .

وهذه الخاصية هي التي تحدد أقصى درجة حرارة البخار يمكن استعمالها في الأحوال العادية وهي حوالى ٤٣٠ درجة سنتيغراد فاذا ارتفعت الحرارة

عن ذلك وجب اتخاذ احتياطات خاصة في انتقاء المعادن واختيارها تجعل المصاريف الابتدائية كبيرة .

أما ضغط البخار فيمكن رفعه بسهولة إلا أن هناك عائقاً يمنع الاسترسال في ارتفاع الضغط بدون أن يصبح ارتفاعه في درجة الحرارة وهو تكاثف البخار في الدرجات الأخيرة من التربين فتتعرض الريش للتآكل والتلف السريع . والطريقة الحديثة للتغلب على هذه الصعوبة هي بواسطة إعادة تسخين البخار reheat وبذلك أمكن استعمال ضغوط مرتفعة جداً تصل أحياناً إلى حوالي ٢٠٠ ضغط جوى .

يتبين مما تقدم الصعوبات المختلفة التي تواجه عند رفع ضغط البخار ودرجة حرارته لذلك لا يزال أمر اختيار الحرارة والضغط المناسب موضع بحث ومناقشة إلا أنه يكاد يكون من المتفق عليه في الوقت الحاضر أن أنسب ضغط لمحطة قوى جديدة قائمة بذاتها يتراوح ما بين ٣٠ و ٤٠ ضغط جوى وألا تزيد حرارة البخار عن حوالي ٤٣٠ درجة سنتيجراد .

وقد اختير لمحطة العطف ضغط يبلغ ٣٠ كيلوجرام على السنتيمتر المربع ثم يحمص البخار وترفع درجة حرارته إلى ٣٥٠ درجة سنتيجراد قبل إرساله إلى التربينات .

ويمكن للقزان توليد حوالي ١٦ طناً من البخار في الساعة الواحدة في الأحوال العادية و ٢١ طناً من البخار عند زيادة الحمل . ويبلغ مقدار السطح الحرارى لكل قزان ٥٠٩ متراً مسطحاً انظر رسم نمرة ٧ .

ويلاحظ في هذه القزانات ارتفاع الفرن فهو يبلغ ٧ أمتار وهذا من مميزات القزانات الحديثة . وقد كانت الأفران قديماً صغيرة والقزانات منخفضة فكان سطحها الحرارى يمتص معظم الحرارة تاركا حرارة الفرن منخفضة فيصعب حرق الفحم حرقاً تاماً ويتسرب من المدخنة الدخان أسوداً حاملاً معه غازات غير كاملة الاحتراق .

فلاضمان احتراق الفحم في القزانات الحديثة ذات التبخر السريع يجب توفر ثلاثة عوامل وهى الخلط والحرارة والزمن .

فيجب خلط جزئيات الفحم خلطاً تاماً بالهواء وبالتالي الأكسوجين ثم يجب حفظ حرارة الفرن مرتفعة حتى يسهل احتراق الفحم كما يجب إعطاء جزئيات الفحم الوقت الكافى للاحتراق احتراقاً كاملاً . ولهذا العامل الأخير يرجع معظم السبب فى ارتفاع الفرن .

وقد ترتب على هذه العوامل الثلاثة ارتفاع كبير فى درجة حرارة الفرن إذ يزيد أحياناً عن ١٥٠٠ درجة سنتيجراد وهذه حرارة مرتفعة جداً تتطلب عناية خاصة .

أولاً — فى صيانة طوب الحرارة المستعمل فى بناء الفرن من التلف السريع .

وثانياً — فى ملاحظة عدم انصهار رماد الفحم وتكون الجليح . وهذا مهم جداً خصوصاً عند استعمال الفحم المسحوق كوقود

للقزانات . فان كمية الرماد في الفحم المستعمل في العطف الآن تبلغ حوالى ٦٤ . / . منه فاذا اعتبرنا ما يستهلك في العام الواحد حوالى ١٥٠٠٠ طن يكون مقدار الرماد حوالى ١٠٠٠ طن . وهذه كمية كبيرة تكفى لاتلاف أى حائط حرارى فى مدة وجيزة جداً إذا ترك الرماد المنصهر يسيل عليه باستمرار ولم تتخذ وسائل خاصة لمنع ذلك .

وللتغلب على هذه الصعوبة فى قزانات محطة العطف ركبت مواسير مائية حول الفرن فى داخل الطوب لمتص الحرارة منها وهى تكون جزء من مواسير القزان .

ونظراً لتعرض هذه المواسير لحرارة مرتفعة . ولما هو مطلوب منها من سرعة امتصاص الحرارة أولاً بأول من الطوب المحيط بها روعى أن يكون الماء الذى بها فى حالة تساعد على هذه السرعة وهى حالة التبخر لأن الحرارة الكامنة للبخار هى أكبر كمية يكتسبها الماء فى تحوله من درجة الحرارة العادية إلى بخار محض ويمكن تصور ذلك بسهولة إذا حسبنا قابلية الماء والبخار لامتصاص الحرارة فى دورة توليد البخار لهذه القزانات فان درجة حرارة ماء التغذية حوالى ٨٦ درجة سنتيجراد .

فيكون مقدار ما يكتسبه كل رطل من الماء من الحرارة لابتداء تبخره عند ضغط ٣٠ جوى هى ١٥٠ كالورى .

بينما الحرارة الكامنة (أى التى يكتسبها أثناء التبخر) هى ٤٣٥ كالورى أى ثلاثة أمثال الحرارة المكتسبة بالماء تقريباً .

فاذا حولنا البخار المشبع إلى بخار محض عند درجة حرارة ٣٥٠ سنتيجراد يكتسب البخار ٩٢ كالورى أى $\frac{1}{2}$ الحرارة الكامنة تقريباً .

من هذا يتبين أن أكثر قابلية الماء أو البخار لامتصاص الحرارة هى فى فترة التبخر لذلك يلاحظ عند تصميم القزان وضع الأسطح الحرارية المعرضة لدرجات الحرارة المرتفعة مثل مواسير حوائط الفرن بحيث يكون عملها عبارة عن امتصاص للحرارة الكامنة .

إلا أن هذا العلاج وهو وضع المواسير حول الفرن وإن كان يكفى لصيانة الحائط الحرارى فهو لا يمنع الرماد المتطاير فى باطن الفرن من الوصول إلى درجة حرارة اللزوجة . فاذا صادف وهو فى هذه الحالة مواسير القزان التصق بها فتضعف سرعة انتقال الحرارة من الغازات إلى الماء . وإذا زاد تجمع الرماد على هذه المواسير يسد الفتحات التى بين المواسير وبعضها فيضعف سحب الهواء داخل القزان فتقل قوة تبخيره مباشرة .

والطريقة المتبعة للتغلب على هذا هو إدخال كمية إضافية من الهواء زيادة عن الكمية اللازمة لاحتراق الفحم احتراقاً تاماً وهذا الهواء الإضافى يبرد الفرن ويخفض درجة حرارته عن درجة حرارة اللزوجة لرماد الفحم . وهذه العملية متروكة للمهندس المنوط به إدارة القزان ويستعين فى ذلك بجهاز مخصوص يقوم برصد النسبة المئوية لأول وثانى أكسيد الكربون الخارج مع الغازات من المدخنة .

وهذه العملية تحتاج إلى عناية ودقة لأن درجة اللزوجة تختلف تبعاً

لأنواع الفحم فعلى المهندس أن يجد هذه الدرجة ثم يخفض حرارة الفرن عنها قليلاً مسترشداً بالأجهزة التى لديه . وبديهي أن أقل اهل فى هذه العملية ينتج عنه إما زيادة فى الهواء الاضافى فتقل الجودة بسبب برودة الفرن . وإما قلة فى الهواء الاضافى فيسيل رماد الفحم ويتبع فى ذلك متاعب حمة . والرسم البياني نمرة (٨) يبين كيفية تأثير الهواء الاضافى على الاحتراق والحرارة .

قد رأيتم حضراتكم مما تقدم العناية الخاصة التى توجه للتغلب على سيلان رماد الفحم أو بلوغه درجة اللزوجة سواء فى تصميم القزان أو فى إدارته إلا أنه قد ترتب على ذلك صعوبة جديدة وهى تطاير معظم رماد الفحم من المدخنة فيتساقط على الأرض المجاورة فيؤثر على الأجزاء المنزرعة منها . لذلك رؤى تركيب أجهزة خاصة لجمع الرماد المتطاير قبل خروجه من المدخنة .

نعود الآن إلى وصف القزان . فالمواسير الجانبية وكذلك مواسير القزان متصلة بمرجل طوله ٦٨٥ سم وقطره ١٢٥ سم ويبلغ وزنه حوالى ٩ طن ركب عليه صمامان للأمن وعلاوة على زجاجات البيان العادية توجد أجهزة كهربائية لبيان منسوب الماء داخل المرجل وجهاز أوتوماتيكى لضبط المنسوب وكذلك جهاز للتنبيه عند ارتفاع أو انخفاض المنسوب عن حد معين .

ويخرج الماء من المرجل إلى الحمص حيث ترتفع درجة حرارته إلى

٣٥٠ درجة سنتيجراد تم يذهب إلى التريينة ، ويوجد عند مخرج المحمص صمام أمن يفتح على ضغط أقل قليلا من صمامات أمن الرجل . وذلك لضمان استمرار دورة البخار داخل المحمص حتى في حالة قفل صمام بخار التربين لأى طارئ كان .

ولسكل قزان موفر يمتص جزءاً من حرارة الغازات قبل خروجها من المدخنة وهو مركب في أعلى القزان كجزء منه ومجهز بأبواب حتى يمكن تشغيله أو إخراجه من دائرة ممر الغازات عند الحاجة . وترتفع حرارة مياه التغذية بمرورها على الموفر حوالى ٧٥ درجة .

وقد روعى في هذه القزانات أن تكون صالحة لاستعمال الفحم المسحوق أو المازوت كوقود . ونظراً لانخفاض ثمن الفحم فهو المستعمل غالباً ولا يستعمل المازوت إلا في الاحمال المنخفضة حين يتعذر إبقاء مسحوق الفحم مشتتلاً بسبب انخفاض درجة حرارة الفرن . وقد جرب استعمال المازوت المستخرج من معمل تكرير الزيوت بالسويس فوجد صالحاً وهو مستعمل الآن فعلاً فليس هناك أى خوف من اضطراب سير العمل إذا قل ورود الفحم لأى سبب .

ومن مزايا الفحم المسحوق سهولة إيقاده . فانه بمجرد دخوله إلى الفرن يختلط اختلاطاً تاماً بالهواء فيحترق احتراقاً كاملاً . كما أنه من السهل ضبط المقادير اللازمة منه تبعاً لتغيرات الحمل الفجائية .

أما القزانات ذات الحصىرة المتحركة التى يستعمل فيها الفحم غيـ

المسحوق فع أنها تمتاز نسبيا بقلّة القوة اللازمة لإدارة توابعها إلا أنها تحتاج في الوقت نفسه إلى عناية خاصة في إدارة القزان من حيث ضرورة ضبط سرعة الحاصرة وسمك الفحم عليها وتوزيع الهواء اللازم على سطحها بما يتفق مع الحمل وتغيراته لأن أقل خطأ في ذلك يتسبب عنه فقد جزء كبير من الفحم بدون أن يحترق احتراقا كاملا .

دورة الفحم

وللمحطة مخزن كبير يسع حوالي ٦٠٠٠ طن وينقل الفحم منه للاستعمال أوتوماتيكيا بواسطة نواقل وروافع كهربائية إلى داخل عنبر القزانات حيث يحفظ في قوادرس مخصوصة سعة الواحد ٤٠ طناً أي ما يكفي القزان الواحد لمدة ٢٤ ساعة وينحدر الفحم من القادوس تحت ثقله إلى الطواحين الموضوعة بالدور الأرضي ويمر في طريقه بميزان يسجل الكميات المارة لمعرفة استهلاك القزان . أنظر شكل نمرة ٩

والطاحونة عبارة عن اسطوانة مملوءة إلى نحو النصف بكرات من الصلب يختلف قطرها من ١٦ إلى ٢ بوصة وتدور باستمرار فعند ما يتساقط الفحم إلى داخل الطاحونة يتحول بالاحتكاك إلى مسحوق ناعم جداً ثم يسحب بواسطة مروحة ويضغط في محاقن أفقية إلى داخل الفرن .
أنظر رسم ١٠

ولهذه المحاقن ريش مثبتة حولها يتخللها الهواء الآتي من مروحة الهواء الإضافي وهذه المحاقن مصممة بحيث يختلط الهواء بالفحم اختلاطا

تماماً أثناء اندفاعهما إلى داخل الفرن قيماً جزئيات الفحم بالأكسوجين باستمرار . وكلما ازدادت سرعة إعطاء الأكسوجين ازدادت سرعة الاحتراق وارتفعت حرارة اللهب فتتحسن جودة الفرن .

ويلاحظ أهمية هذا الخلط عندما تكون محاقن الفحم أفقية كالمستعملة في العطف لأن طول اللهب في هذه الحالة محدود إذ لا يجوز أن يصل إلى ٢٠ متراً وإلا أثر في الحائط المقابل له .

ويمكن ضبط طول اللهب من عند المحقن . إلا أن اللهب إذا كان قصيراً فهناك احتمال تناثر بعض كربون الفحم خارج اللهب بعد احتراق الغازات المتبخرة فيبرد بالتشبع بدون أن يكمل احتراقه .

دورة المازوت

أما المازوت فباعتباره وقوداً إضافياً فلا يحتفظ بالمحطة بأكثر من ألف طن في صهرجين كبيرين سعة الواحد ٥٠٠ طن . ويحقن المازوت في الفرن تحت ضغط حوالى ١٢ كيلو جرام على السنتيمتر المربع بواسطة طامبتين يشتغلان ببخار مشبع ضغط ١٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع وقبل ذهاب المازوت إلى الحواقن يمر في مسخنات بالبخار ترفع درجة حرارته وتعطيه السيولة الكافية لتمكنه وإيقاده بسهولة في الأفران .

أجهزة تشغيل القزان

وللتمكن من تشغيل القزان اقتصادياً، والاستفادة بقدر ما يمكن من الحرارة الناتجة من احتراق الفحم جهز كل قزان بعدة أجهزة جمعت على لوحة واحدة أمام القزان حتى يمكن إدارته ومراقبته بسهولة .

وهذه الأجهزة تتكون من ترمومترات لقياس درجات الحرارة المختلفة مثل درجة حرارة البخار والماء والغازات وهواء الفرن . ثم أجهزة لقياس مياه التغذية للقزان والبخار المستهلك ومقدار سحب الهواء داخل الفرن وضغط البخار . وكذلك جهاز لقياس أول وثاني أكسيد الكربون الخارج مع الغازات من المدخنة وقد سبق الإشارة إلى أهمية هذا الجهاز .

التريينات — انظر شكل نمرة ١١

تنتقل بعد ذلك إلى عنبر التريينات وهو يتكون من دورين : الدور الأول وبه التريينات الثلاث والدور الأرضى وبه المكثفات وتوابعها .

فالتريينات من صنع الشركة الانجليزية الكهربية وهى من النوع الدفعى ذات الساندر الواحد وتدور بسرعة ٣٠٠٠ لفة فى الدقيقة ولا تزيد أقصى سرعة لأطراف الريش عن ٢٠٤ متراً فى الثانية ولتحديد هذه السرعة أهمية خاصة . ففى تريينات العطف التى تشتمل على ٣٠ ضغط جوى و ٣٥٠ درجة سنتيجراد وفراغ ٢٩ بوصة من الزئبق يمكن تقدير الماء الذى يمر فى

درجات التربين الأخيرة بحوالى ٩ ٪ من مجموع البخار . لذلك يجب تحديد سرعة أطراف الريش حفظاً لها من التلف والتآكل السريع من جراء تصادمها المستمر بهذه الكمية من الماء وتزداد أهمية هذه النقطة فى التربينات التى من النوع الدفعى وهى المستعملة فى العطف إذ أن تآكل الحافة الأمامية من الريش يؤثر كثيراً فى جودة التربين .

ويتكون التربين من ٩ صفوف من الريش والنصف الأمامى من غطاء التربين وهو المعرض مباشرة للبخار المحمص مصنوع من الصلب بينما النصف الآخر مصنوع من الزهر . انظر رسم ١٢ . أما ريش المحرك فمصنوعة من الصلب المخلوط بالنيكل الغير قابل للصدأ ونظراً لارتفاع درجة حرارة البخار روعى عند تثبيت التريينة أن يكون أحد طرفيها وهو الطرف الذى عند مدخل البخار قابلاً للانزلاق تحت تأثير التمدد . وقد ثبت المحرك بواسطة كرسى الضغط الجانبى فى جسم التربين بحيث إذا تمدد الجسم سحب معه حامود المحرك وبذلك يبقى الخلوص الصغير بين الأجزاء الثابتة والأجزاء المتحركة ثابتاً فى جميع الأحوال . ويضبط كمية البخار الداخلى إلى التربين تبعاً للحمل المطلوب بواسطة منظم يؤثر على أجهزة تشتغل بالزيت المضغوط إلى ٣ كيلوجرام على السنتيمتر المربع فتؤثر بالفتح أو القفل على ثلاثة صمامات على التوالي وكل صمام من هذه الصمامات يسمح بدخول البخار إلى عدد معين من الفتحات إلى التربين انظر رسم ١٣ . فالصمام الأول يأخذ ٧٥ ٪ من الحمل والثانى ٢٥ ٪ ويسمى صمام الحمل الكامل . والصمام الثالث ١٥ ٪ ويسمى صمام زيادة الحمل . ويوجد أيضاً صمام رابع يوصل البخار إلى

مجموعة أخرى من الفتحات تمكن التربين من أخذ ٥٠ ٪ زيادة على الحمل الكامل وإنما لمدة دقيقتين فقط .

وتزيت الكراسى بالزيت المضغوط أيضاً وهذا الزيت يتجمع ثم يبرد قبل استعماله مرة أخرى .

ولكل تربين جهاز للطوارئ يشتغل بالزيت المضغوط إذا تحركت الصمامات الرئيسية للبخار فيقف التربين من تلقاء نفسه . وهذا الجهاز يتحرك في ثلاثة أحوال .

أولاً — إذا زادت سرعة التربين عن ١٠ ٪ من سرعته العادية .

ثانياً — إذا نقص ضغط زيت التزيت الخاص بالكراسى لأى سبب من الأسباب .

ثالثاً — إذا ارتفعت درجة حرارة هذا الزيت عن حد معين .

ويجب أن يكون هناك ضمان كاف لعدم ادارة التربين قبل إتمام دورة الزيت فى الكراسى منعاً من حصول أضرار بليغة . لذلك وضع جهاز يشتغل أوتوماتيكياً فيدير طلمبة إضافية للزيت بحيث لا يمكن فتح البلوف الرئيسية للتربين قبل أن تدور هذه الطلمبة . كما أن هذه الطلمبة تدور من تلقاء نفسها فى حالة هبوط سرعة التربين . أنظر شكل نمرة ١٥ و ١٤

ولكل تربين مكثف سطحى ينقسم إلى قسمين فيمكن تنظيف

نصف المواسير والوحدة دائرة ويكون الحمل في هذه الحالة نصف الحمل العادى تقريبا ويقوم المكثف بتكثيف البخار العادم بعد خروجه من التريدينه إلى ماء يتجمع في قاعه وتسحبه طلمبة خاصة تدفعه في مسخنات لرفع درجة حرارته ثم يمر بعد ذلك في جهاز لايخراج الهواء المختلط به بواسطة خلطه بالبخار على ضغط مطلق منخفض جداً حوالى رطل على البوصة المربعة . وبعد ذلك يسحب بواسطة طلمبة التغذية ويدفع الى داخل القزان .

ولتعويض الماء الفاقد أقيم لكل تريين مبخر يحول الماء المرشح الآتى له من برج المياه الخارجى الى بخار يمر في المسخنات السابق ذكرها فيتكاثف ويذهب الى المكثف وهذه العملية تشبه عملية التقطير .

وهاتان العمليتان عملية اخراج الغازات من ماء التغذية وعملية تقطير الماء الاضافى ضروريتان جداً لجعل الماء صالحا للاستعمال فى القزانات ذات الضغط العالى والحرارة المرتفعة والتبخير السريع . فان الغازات المختلطة بالماء مثل غاز الأوكسوجين أو ثانى أكسيد الكربون تعرض القزان للصدأ كما أن الأملاح المختلطة بالماء تحت تأثير الحرارة المرتفعة تكون قشوراً على سطح المواسير تعوق انتقال الحرارة الى الماء وينتج عن ذلك زيادة فى استهلاك الفحم كما أن المواسير تكون عرضة للاحتراق . يضاف الى ذلك أن تكاثر هذه الأملاح فى الماء يؤدى الى تناثرها وخروج البخار المحمص من القزان غير نقي .

ونظراً لأهميته هذه النقطة وتأثيرها في حياة القزان لا تكفى بعض المحطات بعملية التقطير التى سبق الإشارة إليها بل يضاف الى الماء قبل ذلك أملاح تتفاعل مع الأملاح المضرة الموجودة بالماء . الا أن تحليل الماء المستعمل فى العطف وهو ماء النيل دل على عدم وجود ما يبرر هذه المصاريف الإضافية فاكفى بعملية التقطير واخراج الغازات . وقد أيدت نتيجة الكشف السنوى على القزانات ما اكفى به من هذه العمليات

أما البخار اللازم لهاتين العمليتين فيؤخذ من نفس التربين من حوال منتصفه تحت ضغط الكيلوجرام ونصف على السنتيمتر المربع ويسمى ذلك بفصد التربين وهذه الطريقة مزية تحسّن الكفاءة العامة للوحدة أى تقليل استهلاك الوقود لأنها تستفيد من الحرارة الكامنة فى هذه الكمية من البخار بدلاً من تركه يفقد فى المكشّف ويبلغ مقدار الزيادة فى الجوده من استعمال هذه الطريقة فى محطة العطف حوالى ٣ ٪ .

وقبل الانتقال من هذه النقطة يجدر الإشارة الى أن ما يفقد من حرارة البخار من المكشّف يبلغ حوالى ٦٠ ٪ من مجموع حرارته وهذا فى الواقع أهم عامل يؤدى الى تخفيض الجوده الكلية للوحدات البخارية بالنسبة لغيرها . فبيدما تراوح جوده الوحدات البخارية حوالى ٢٠ ٪ تبلغ جوده الا حراق الداخلى حوالى ٣٥ ٪ .

ويمكن تصور هذا الفقد بطريقة أوضح اذا لاحظنا أن ما تستهلكه

المحطة في العام من الفحم حوالى ١٥٠٠٠ طن وثمان الطن الواحد ١٣٥ قرشاً تقريباً فيكون ما يفقد سنوياً بدون مقابل في مياه التبريد أكثر من ١١٠٠٠ جنيهها أى حوالى ٣٣ ٪ من مجموع مصاريف المحطة في الوقت الحاضر .

وهذه في الواقع من الصعوبات التى لا يمكن التغلب عليها مباشرة أى بإجراء أى تحسينات أو تعديلات في المحطة . وإنما يمكن التغلب عليها في حالات خاصة بالاستفادة من الحرارة الكامنة في البخار بدلاً من تركها تفقد في المكثف . وهذه الطريقة مستعملة في أمريكا وأوروبا وبدأ استعمالها في إنجلترا أيضاً .

فالبخار العادم بعد خروجه من التربين بدلاً من ذهابه إلى المكثف ترسل في أنابيب إلى معامل مجاورة لاستعماله في عمليات مختلفة وإلى المنازل أيضاً للتدفئة ويتراوح ضغط البخار المرسل بهذه الطريقة ما بين ١٠٠٦٥ رطل على البوصة المربعة حسب الغرض الذى يستعمل له .

ولكن لا يمكن تطبيق هذه الطريقة في الوقت الحاضر في مصر لصعوبة اماكن الاستفادة بالبخار العادم .

ولكل مكثف طلمبة لتغذيته بماء التبريد وتوجد طلمبة رابعة كاحتياطي . تأخذ هذه الطلمبات الماء من ساحل مرقص بواسطة برنج من الخرسانة المسلحة تحت سطح الأرض وبعد مرور الماء داخل المكثف يخرج الى قناة من الخرسانة المسلحة ونعود ثانياً الى ترعة ساحل مرقص

أو النيل . ولتقليل الحمل على طامبات ماء التبريد روعي جعل ماسورة الطرد تحت سطح الماء في القناة فيصبح المكثف بماسورتي المص والطرد أشبه بسيفون (syhon) فلا يكون على طامبة التغذية الا التغلب على قوة الاحتكاك في المواسير .

ويختلف ارتفاع ساق السيفون تبعاً لمنسوب الماء في ترعة ساحل مرقص ويبلغ أقصى ارتفاع له حوالي ٤ أمتار .

ويدخل ماء التبريد الى المكثف من أسفل ويخرج من أعلى وفي أثناء مروره في داخل المكثف ترتفع درجة حرارته بالتدريج ويتبع ذلك هبوط تدريجي في الكثافة يرجع لسببين : أولاً ميل الغازات المتحدة بالماء الى الانفصال تحت تأثير ارتفاع درجة الحرارة وثانياً انخفاض ضغط الماء عن الضغط الجوي كلما ارتفع في المكثف وبعد خروج الماء من المكثف وأثناء سيره في مواسير الطرد يعود بالتدريج الى حالته الطبيعية الا أنه من باب الاحتياط ومنعاً من تجمع الغازات التي سبق الإشارة اليها في مواسير الطرد بشكل جيوب هوائية وصلت أعلا نقط في هذه المواسير لطامبة تفريغ الهواء وهذه الطامبة من نوع (Leblanc) . أنظر رسم نمرة ١٦

وتوجد واحده لكل مكثف وهي عبارة عن طنبور مركب عليه ريش ويدور بسرعة كبيرة ويسحب الماء من المركز ثم يمر من فتحة صغيرة الى الريش المتحركة فيقذف على شكل كتل رقيقة متتابعة الى داخل مخروط ويحبس الهواء بين هذه الكتل ثم يخرج الى الجو وبذلك يفرغ المكثف مما به من الهواء .

الجزء الكهربي

ننتقل الآن الى الجزء الكهربي . يدير كل ترين مولداً للتيار الكهربي ذي الثلاثة أوجه تردده ٥٠ ذبذبة في الثانية وحمله الكامل ٢٧٠٠ كيلوات على ضغط ٣٣٠٠ فولت ويمكن زيادة تحميله الى ٣١٠٠ كيلوات أي بزيادة ١٥ ٪ .

والكي لا تتأثر المادة العازلة بالمولد من الحرارة الناتجة من تحميله ركبت على عاموده مروحة تسحب الهواء خلال مرشحات لتنقيته قبل مروره على ملفات المولد .

ويتصل بكل مولد مباشر محول كهربائي خارجي يرفع ضغط الكهربياء الى ٣٣ ألف فولت لارساله للشبكة الكهربية .

وهذه المحولات مغمورة في الزيت الذي يبرد بالاشعاع .

ويؤخذ التيار اللازم لادارة المحركات داخل المحطة والات الورشة والاناره من محولين كهربائيين يحولان الضغط من ٣٣٠٠٠ فولت الى ٢٢٠ فولت .

وجميع المفاتيح الزيتية بمحطة المحولات تفتح وتقفل كهربائيسا من لوحة التوزيع داخل المحطة بواسطة بطاريه سعتها ٣٠٠ أمبير ساعه وعلى لوحة التوزيع هذه توجد جميع أجهزة القياس والتسجيل للمولدات وأجهزه القياس للقوقه الخارجة الى المغذيات كما أن جميع اجهزه الوقايه الكهربية مركبة على هذه اللوحة . أنظر شكل نمرة ١٧ .

وتنقسم أجهزه الوقاية الى قسمين . قسم خاص بما يحدث خارج المحطة من عطب أو تماس فى الأسلاك فتفتح المفاتيح الزيتيه الخارجيه و بذلك يبقى التيار مولدا داخل المحطة استعدادا لاعادة تغذية الخطوط بعد ازالة سبب التماس أو العطب .

اما القسم الثانى فخاص بالرقابة ضد ما يحدث داخل المحطة من تماس وفى هذه الحاله تفتح المفاتيح الخاصة بالمولدات فنقطع عن توليد الكهرباء كلية وذلك حفظا لسلامة المولدات من التلف .

ماكينات الديزل

ويوجد بالمحطة أيضا ماكينه ديزل قوه ٢٠٠ ك . و . تستعمل عند بدء الادارة لتغذية المحركات الخاصة بالقزانات والتريينات ومتى دارت التريينات تولت هى تغذية هذه المحركات .

خاتمة

الى هنا ينتهى وصف الآلات وبقي أن اذكر شيئا عن ادارة المحطة لما كانت محطة العطف هى أكبر محطات التوليد المتصلة بشبكة شمال الدلتا لذا فهى تقوم بأكبر قسط من الحمل ومنذ بدء ادارتها فى أغسطس سنة ١٩٣٢ والحمل يزداد عليها شيئا فشيئا تبعا للزيادة المطردة فى استصلاح الأراضى البور وبالتالى زيادة مياه الصرف فبلغ مجموع ما ولدته من القوى الكهربية فى سنة ١٩٣٥ حوالى ٢٥ مليون كيلوات ساعة بينما بلغ أقصى حمل على المولدات ٧٠٨٠ كيلوات .

ويبلغ معامل الحمل حوالى ٤٠ ٪. وهذا رقم حسن اذا قورن بمثيله
فى محطات القوى الكهر بائية الأخرى على وجه عام وخصوصاً المستخدمة
للانارة الا أنه فى الامكان تحسين هذا المعامل بالنسبة لحالتنا الخاصة فيزداد
استثمار رأس المال .

فان الحمل يتغير مع أشهر السنة تبعاً لاحتياجات الصرف فينما يزداد
فى فترة الفيضان فيصل الى القمة فى شهر سبتمبر وتكون متوسط القوة
المولده فى هذا الشهر أكثر من $3 \frac{3}{4}$ مليون كيلوات ساعة ينخفض الحمل
للمصفر فى شهر يناير بسبب السده الشتوية .

ويبلغ متوسط الحمل فى السبعة الأشهر الأولى حوالى مليون كيلوات
ساعة فى الشهر ينما يزداد هذا المتوسط فى الخمسة الأشهر الأخيره الى
 $3 \frac{1}{4}$ مليون كيلوات ساعة تقريباً .

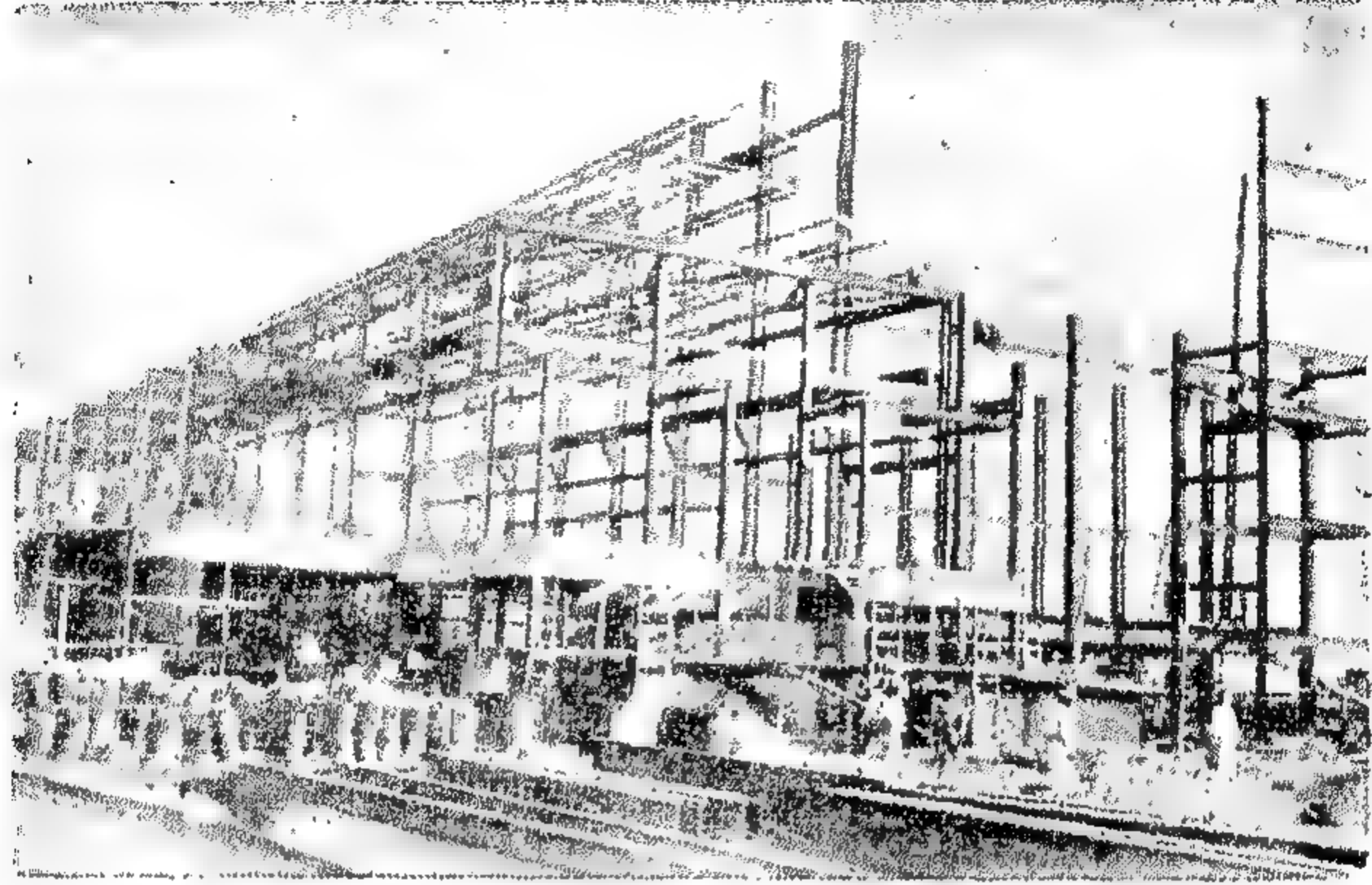
وبمعنى آخر نجد أن كمية القوة التى يجب توليدها لمواجهة أقصى حمل
تزيد كثيراً عن المتوسط السنوى للحمل وهذا يضطرنا الى شراء ماكينات
كبيرة ينما لا تستغل قوتها الا فى فتره من السنة .

فالواجب اذا درس الطرق المختلفة لتوزيع الحمل على أشهر السنة
لاستعمال القوه الموجوده لأقصى حد ممكن .

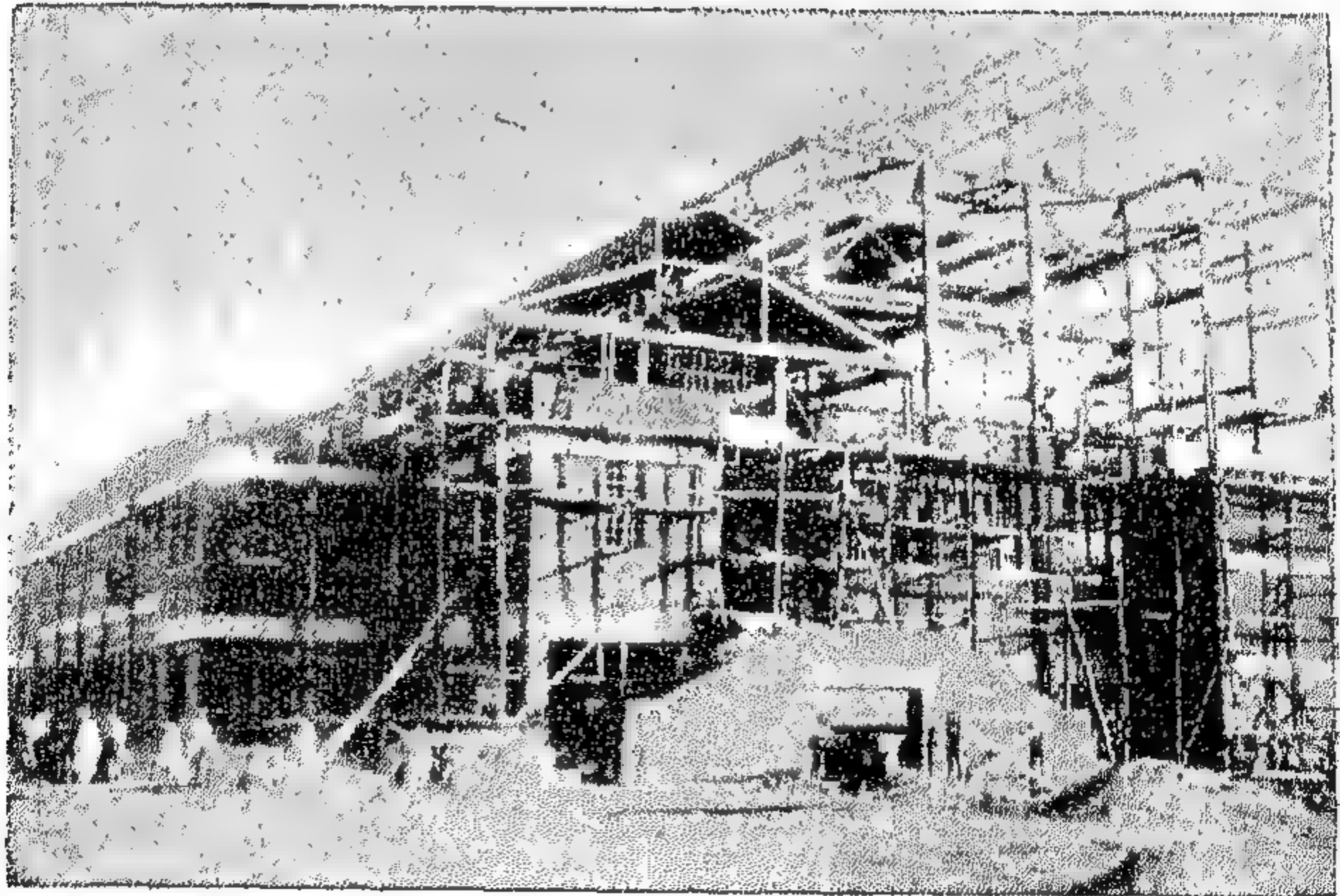
وأحسن علاج لهذه الحالة هو البحث فى زيادة الحمل عن طريق
انشاء طلمبات للرى فهذه تقع مدة ادارتها قبل الفيضان أى فى الفترة التى

يكون الصرف فيها قليلا والقوة الزائدة عن الحاجة كثيرة .

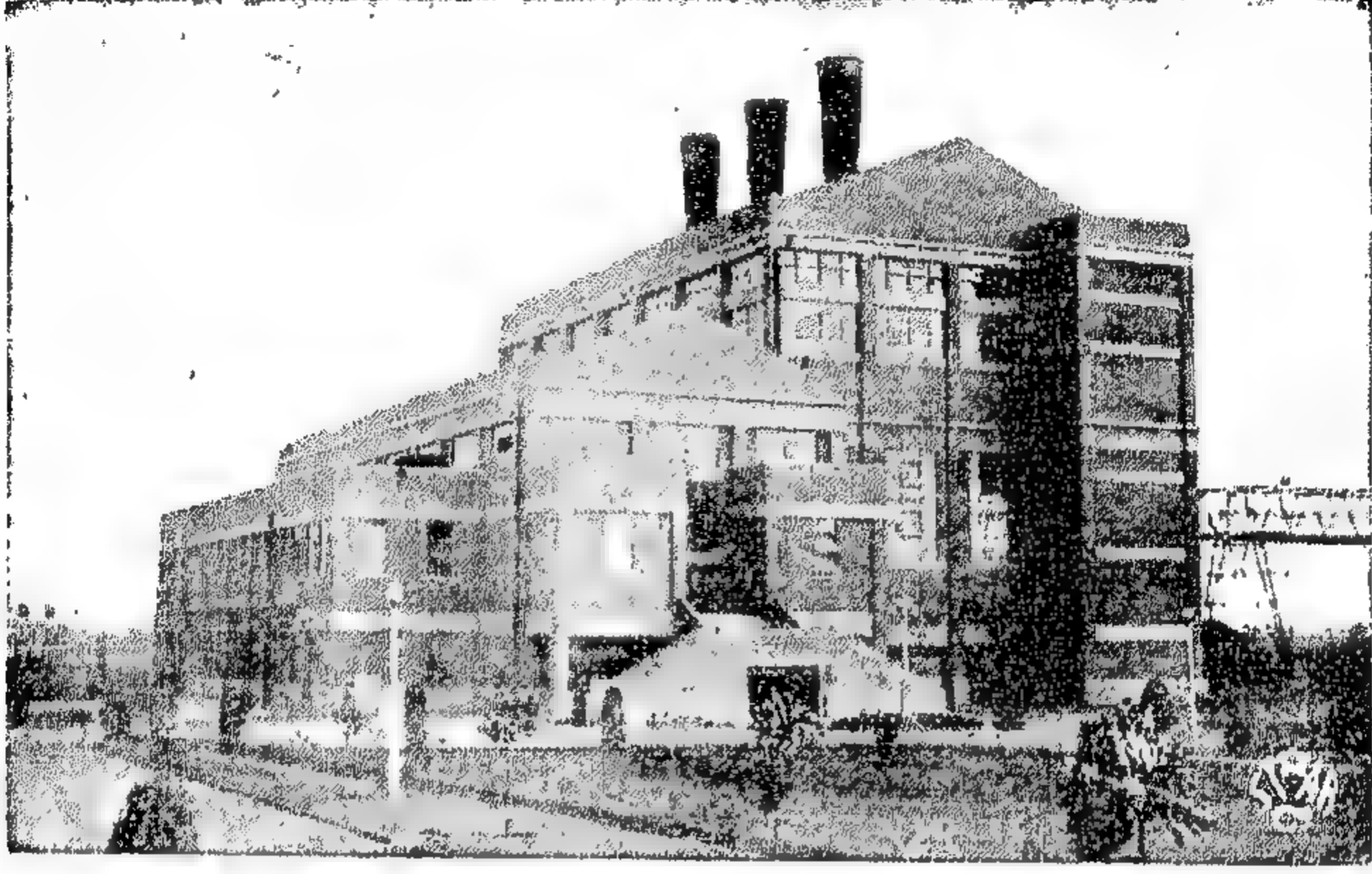
وقد بدأت وزاره الأشغال فعلا فى انشاء محطتين للرى بفوه والبلامون
كما أنها أدخلت كهربية طلمبات العطف الميكانيكية ضمن مشروع الخمس
سنوات لذلك ينتظر أن تتحسن حالة الحمل ويزداد استثمار رأس مال .



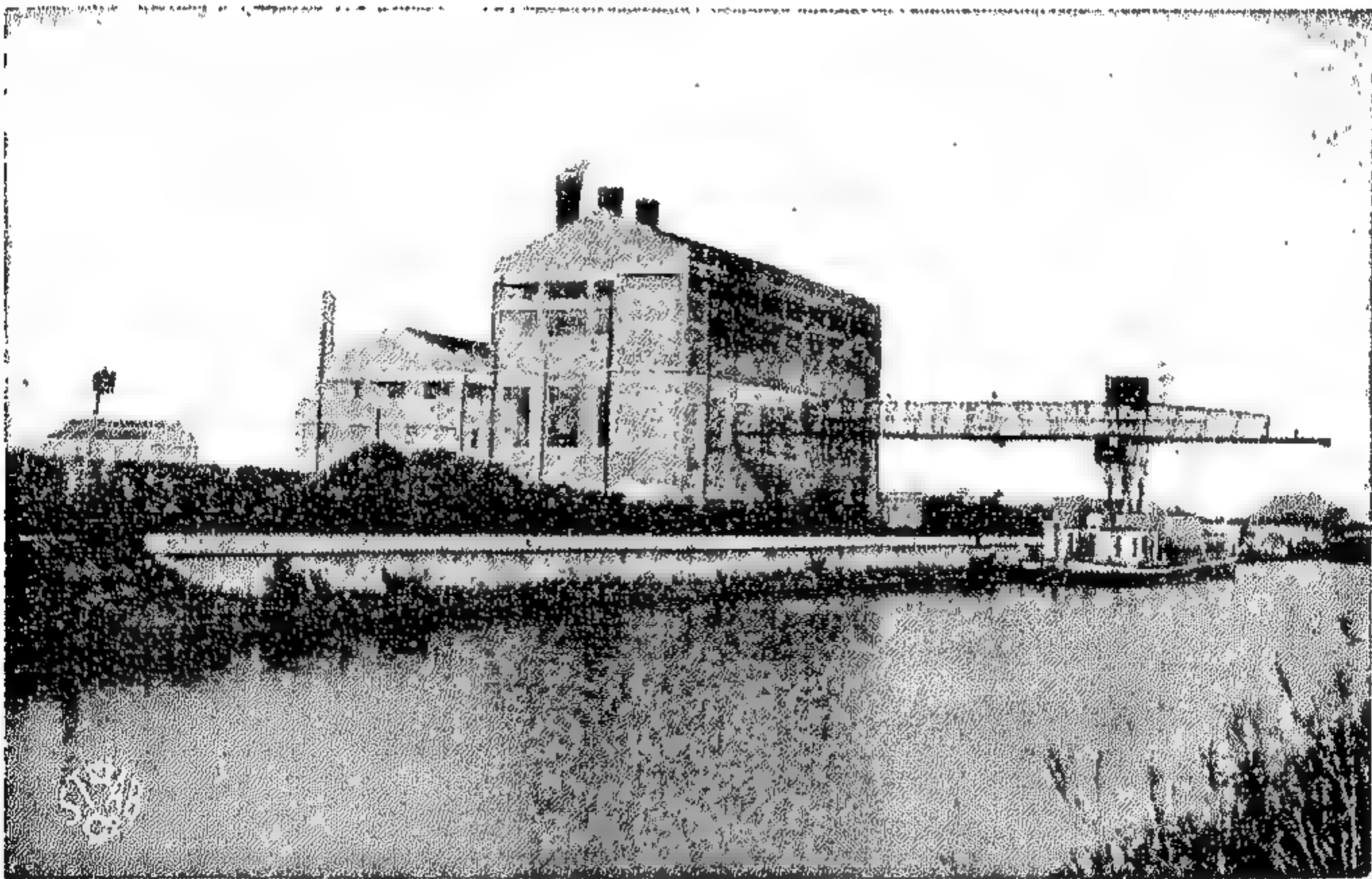
شكل (١) هيكل الكمرات الحديدية



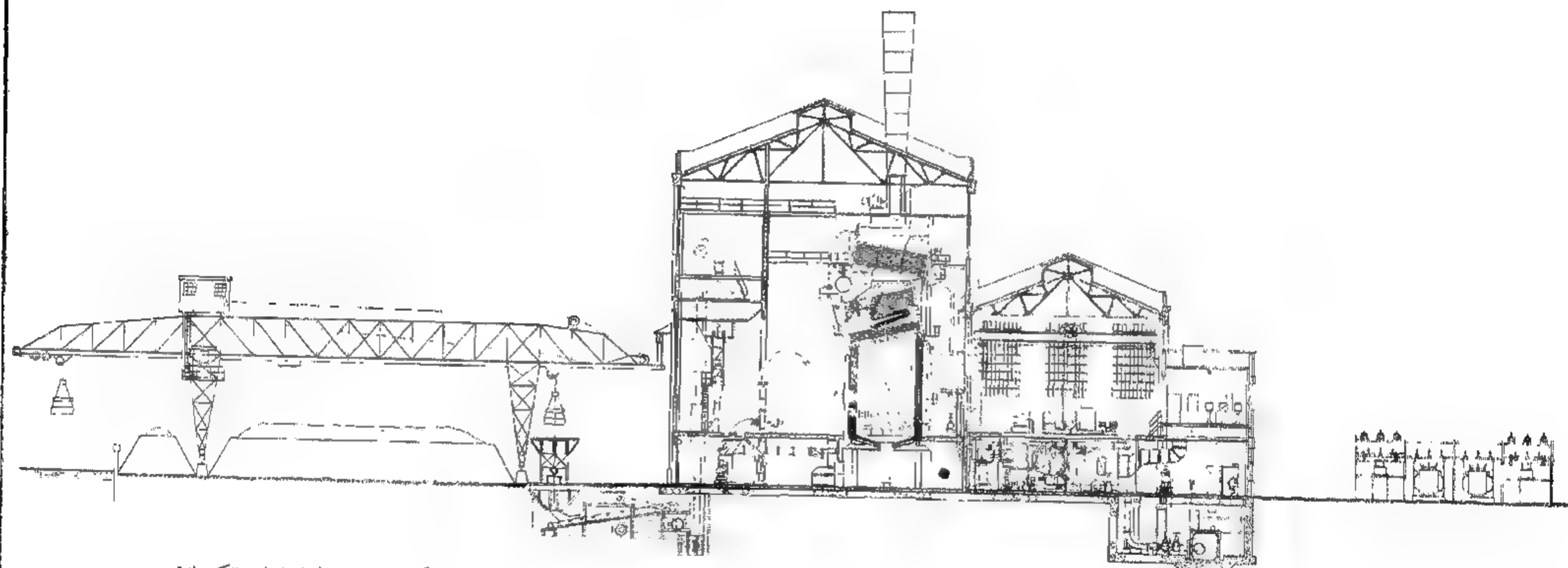
شكل (٢) ملء الهيكل الحديدى بالطوب



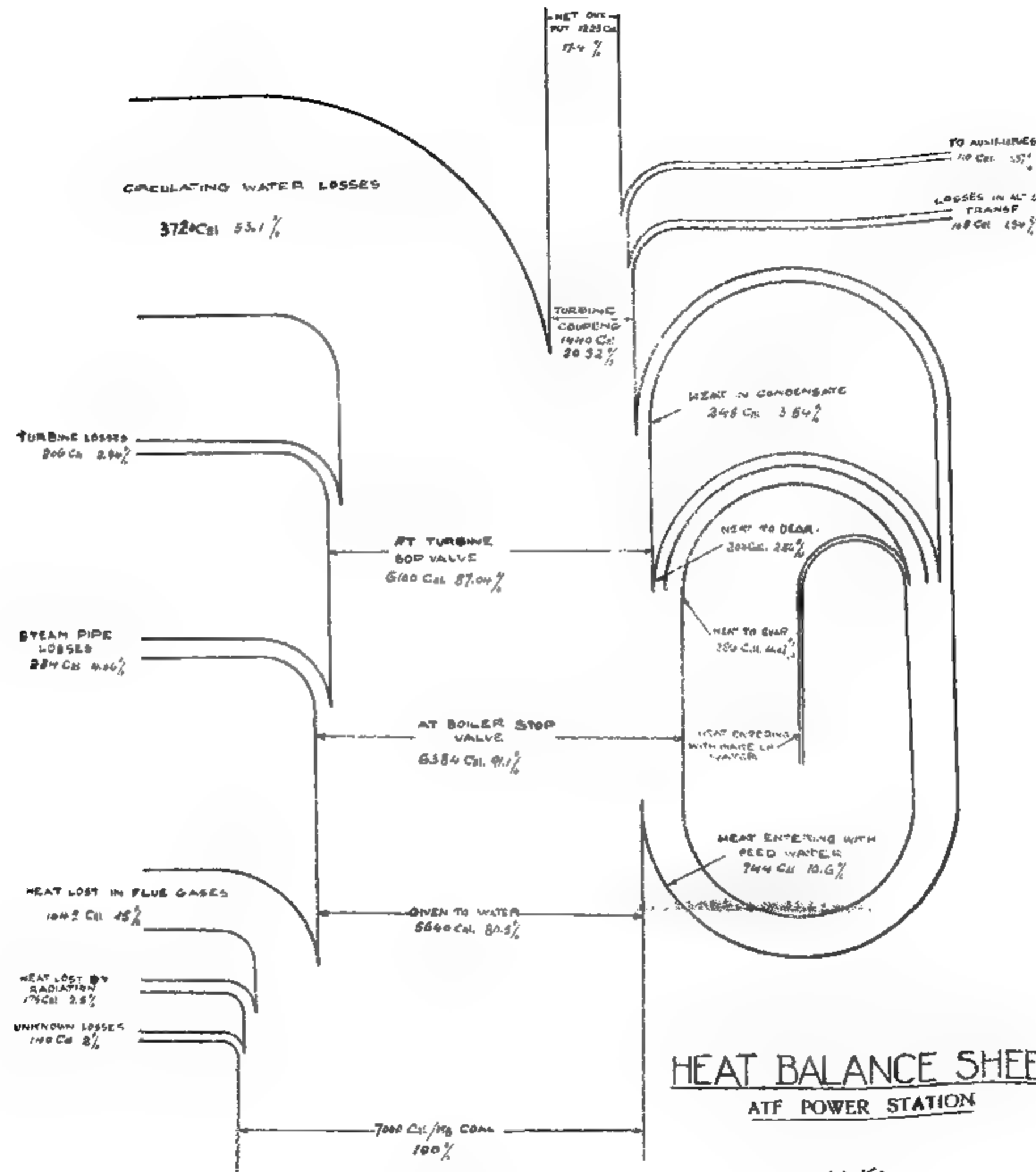
شكل (٣) منظر المحطة بعد انمام البناء



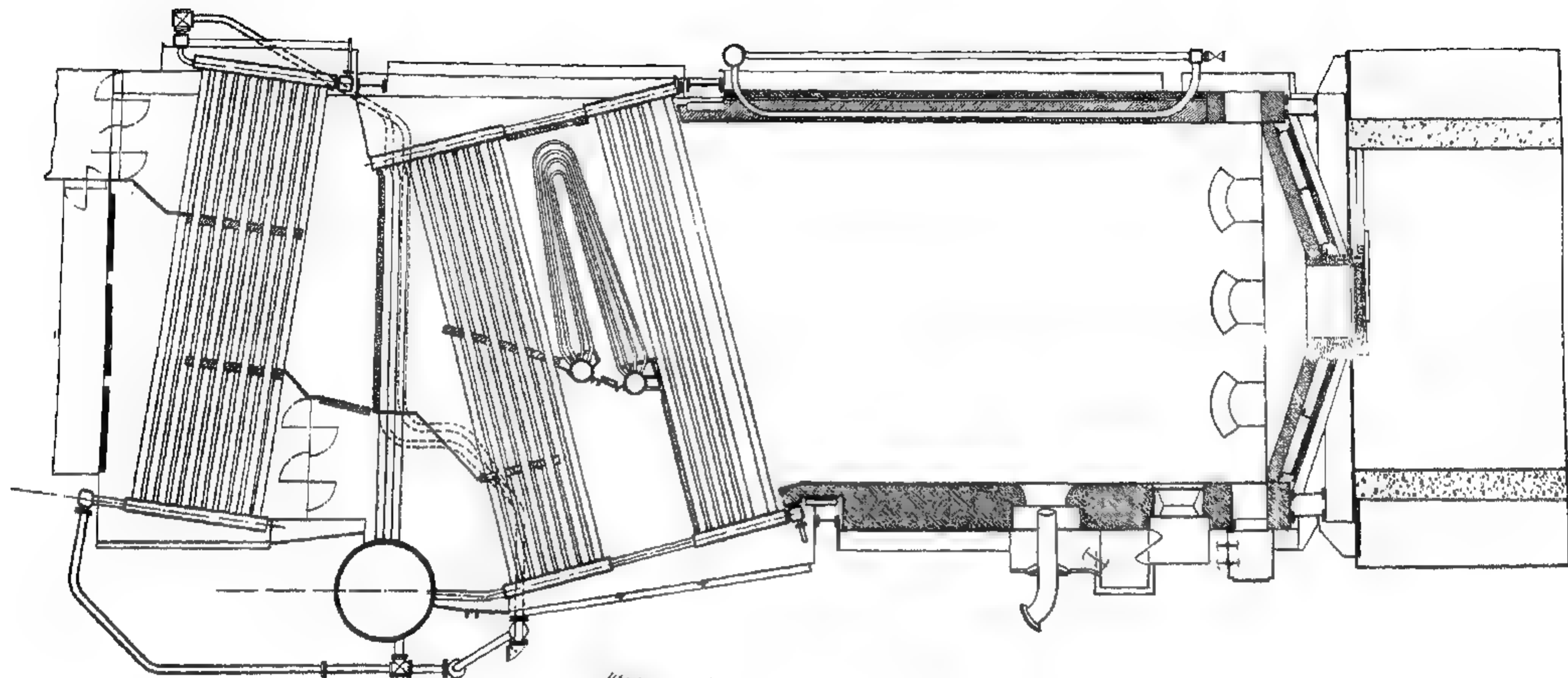
شكل (٤) منظر المحطة من الجهة القبليّة الغربيّة



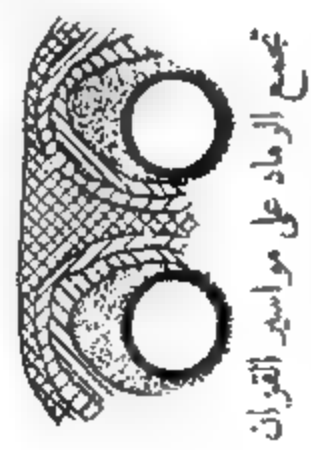
شكل ٥ - قطاع لمحطة المعطف الكهربائية



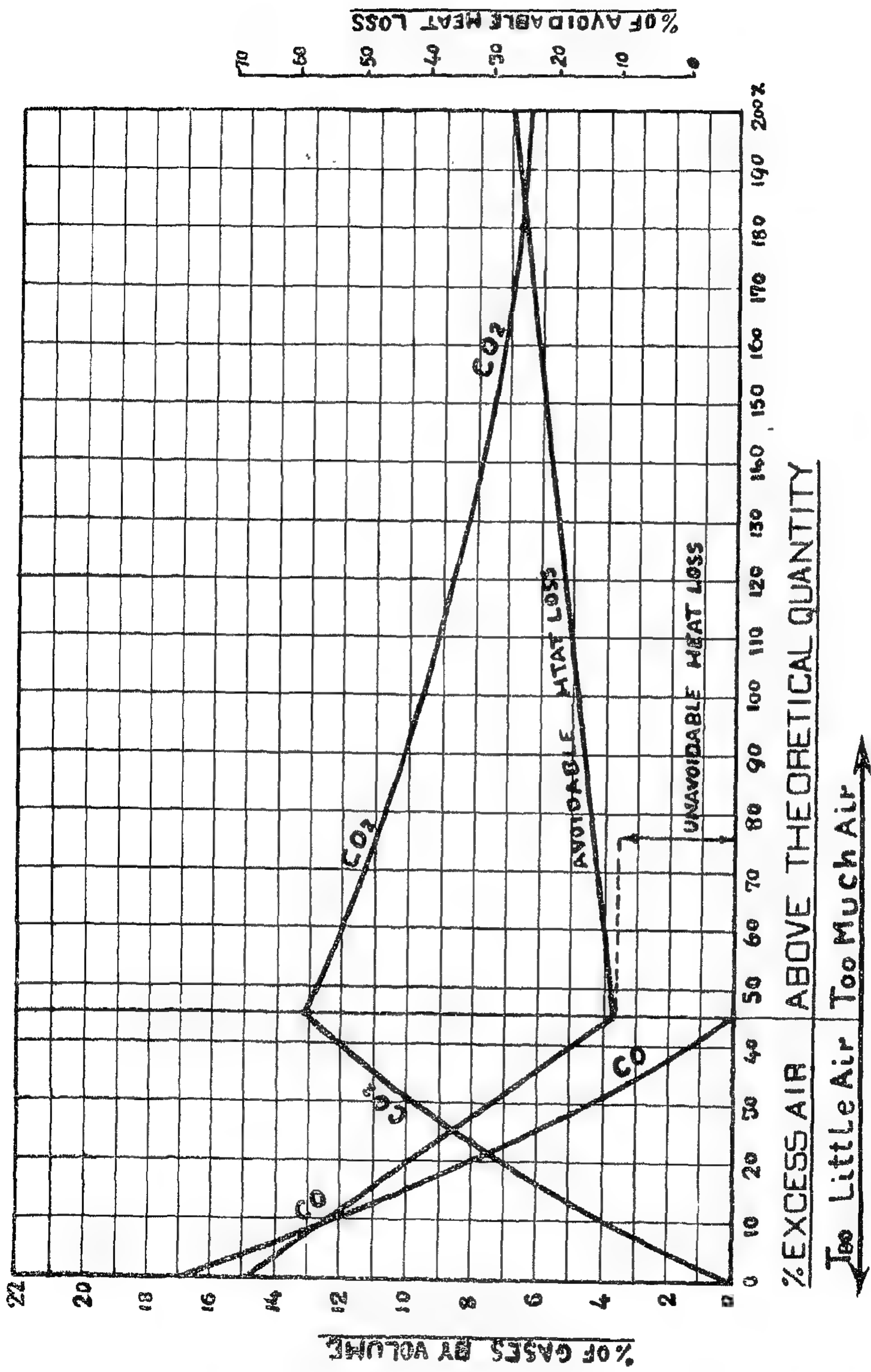
(1) K:



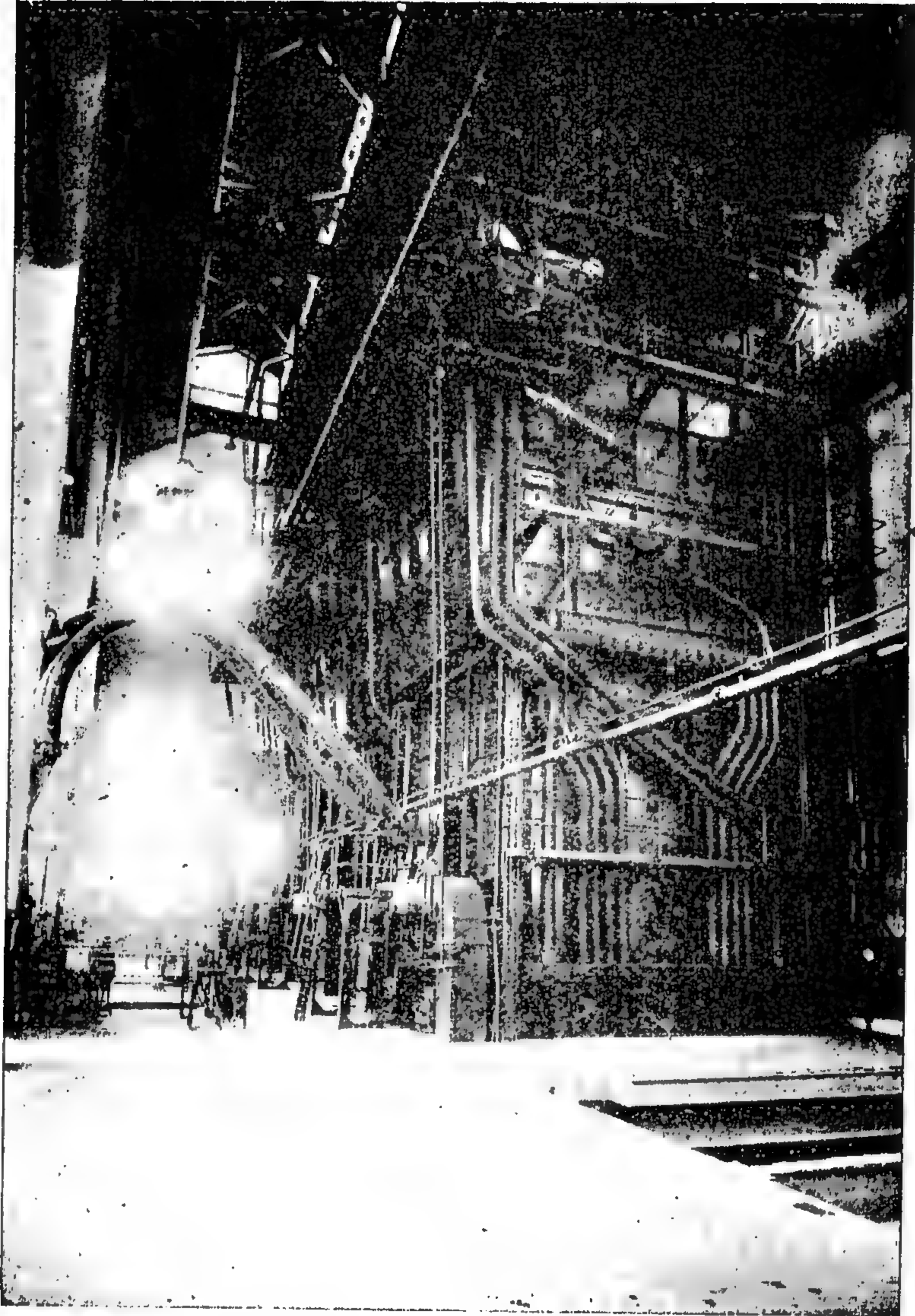
شكل v - قطاع للقران



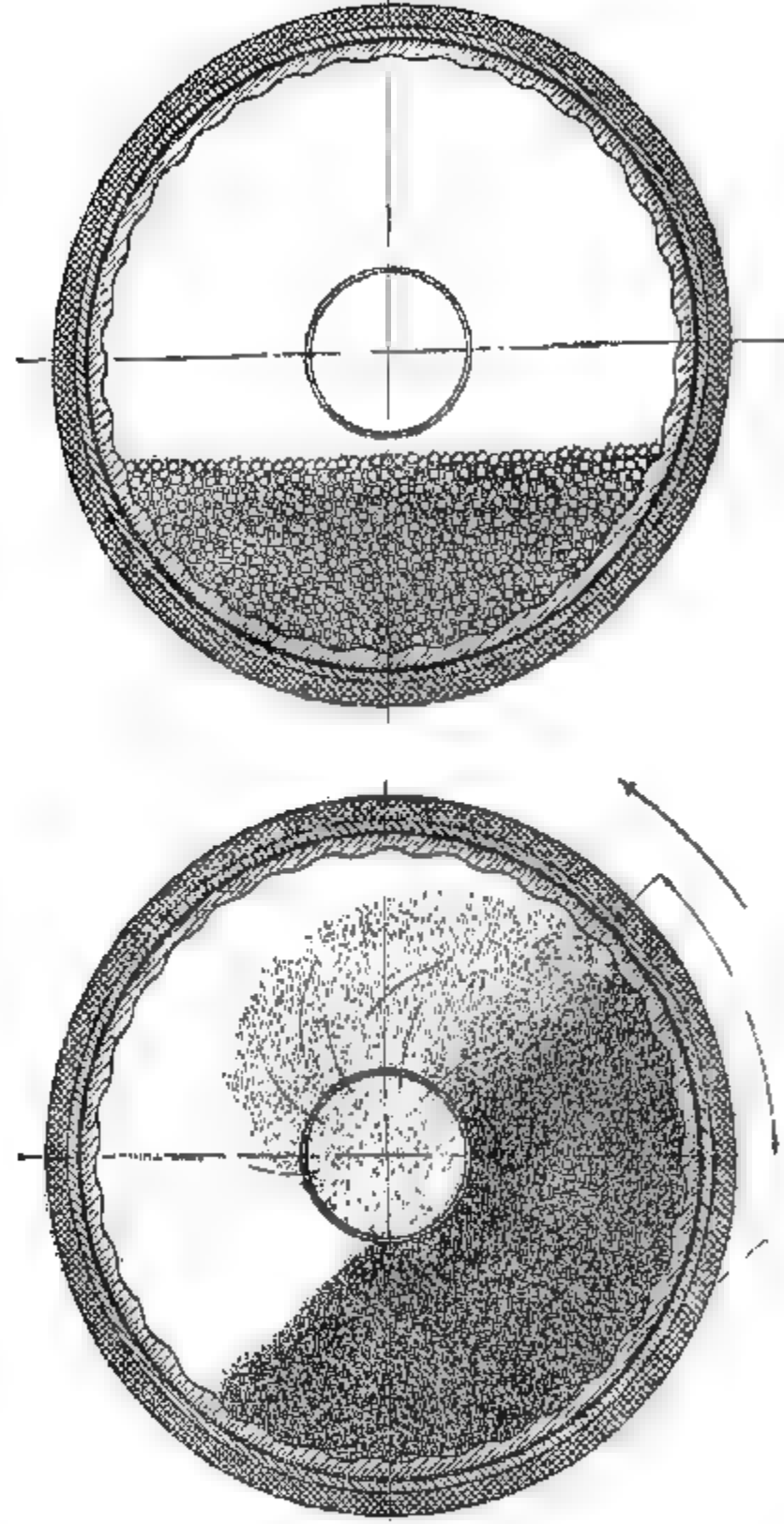
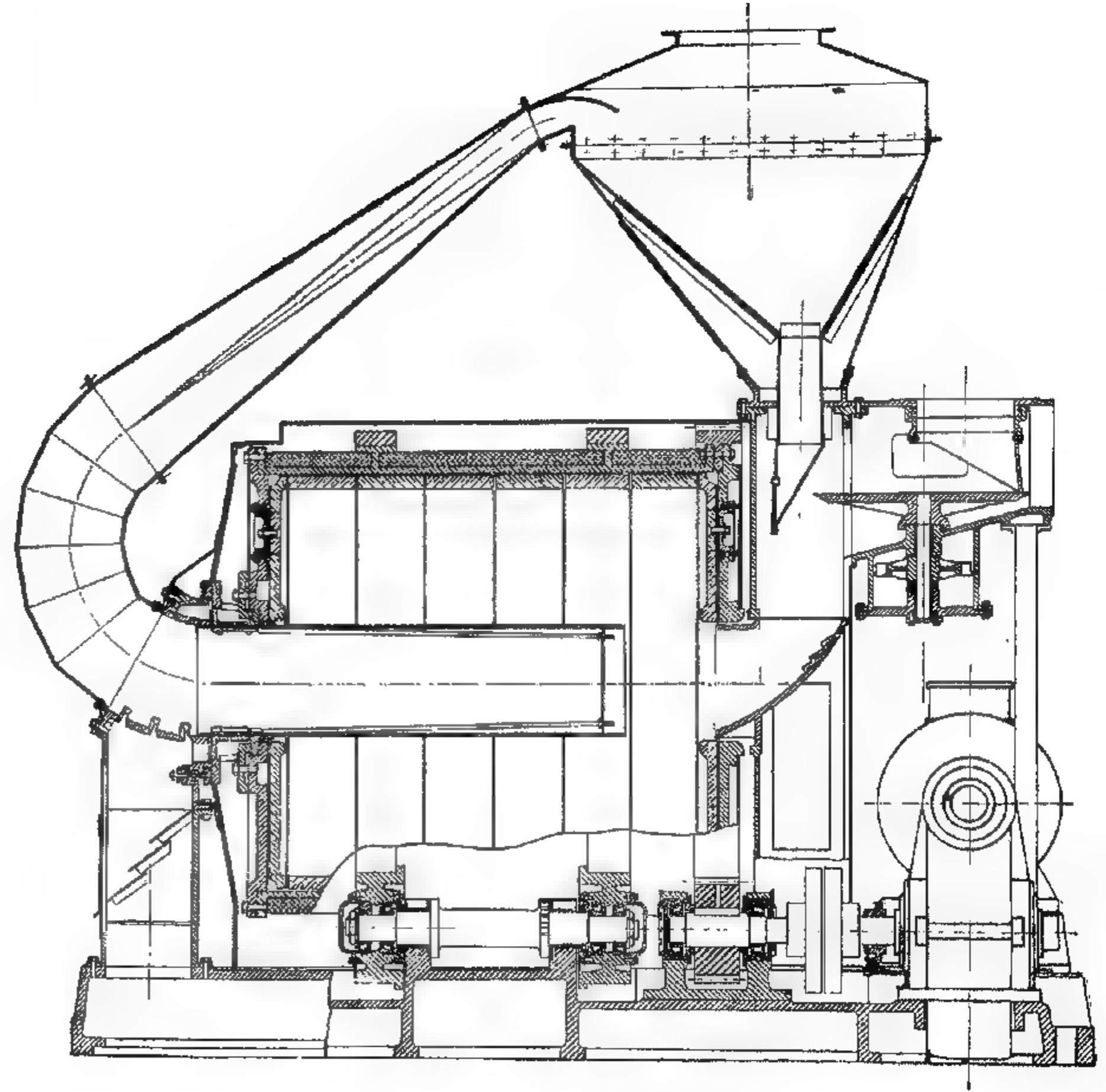
تجميع الرماد على مواسير القران



شكل (٨) تأثير الهواء الاضافي على الاحتراق والحرارة



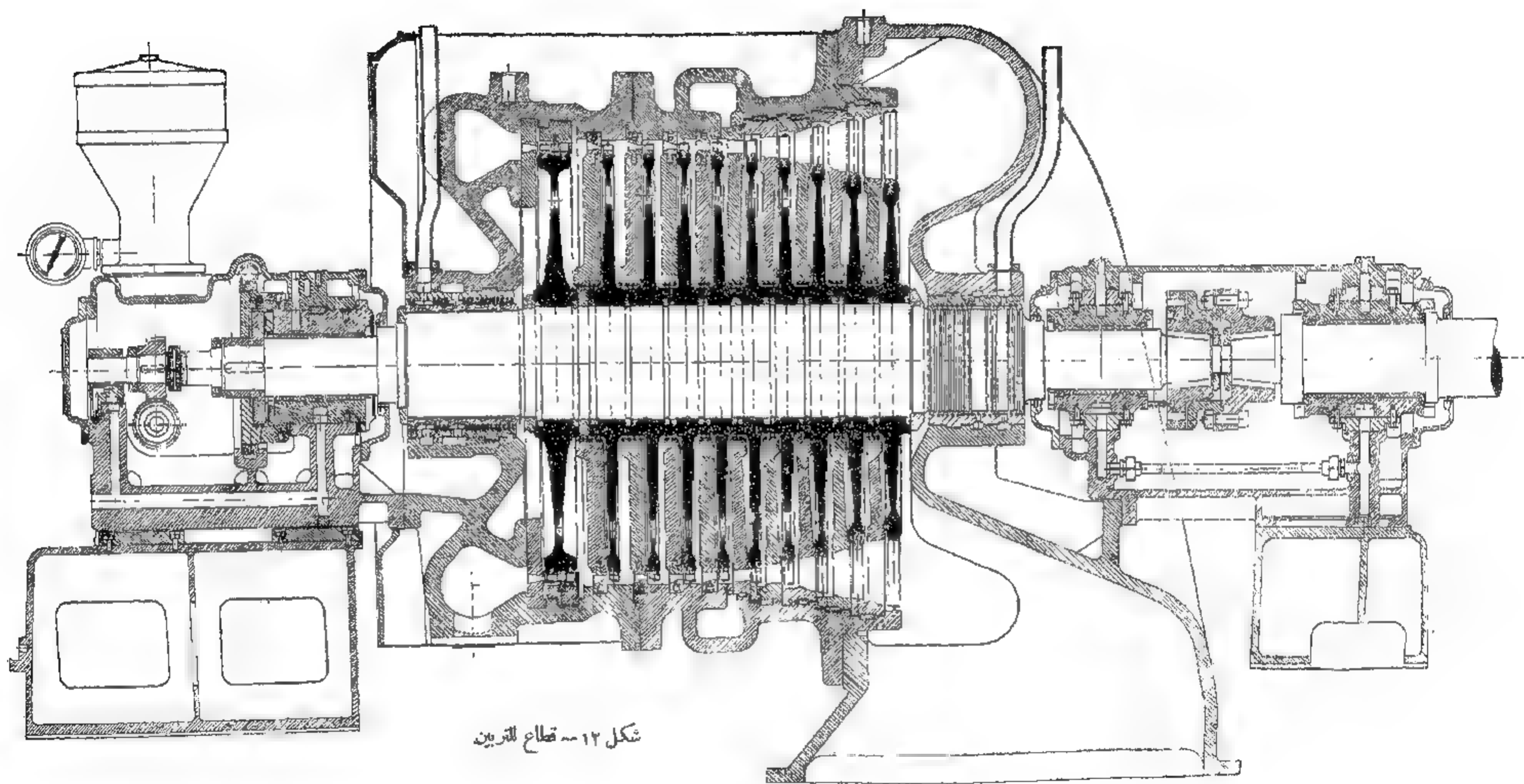
شكل (٩) عنبر القزانات



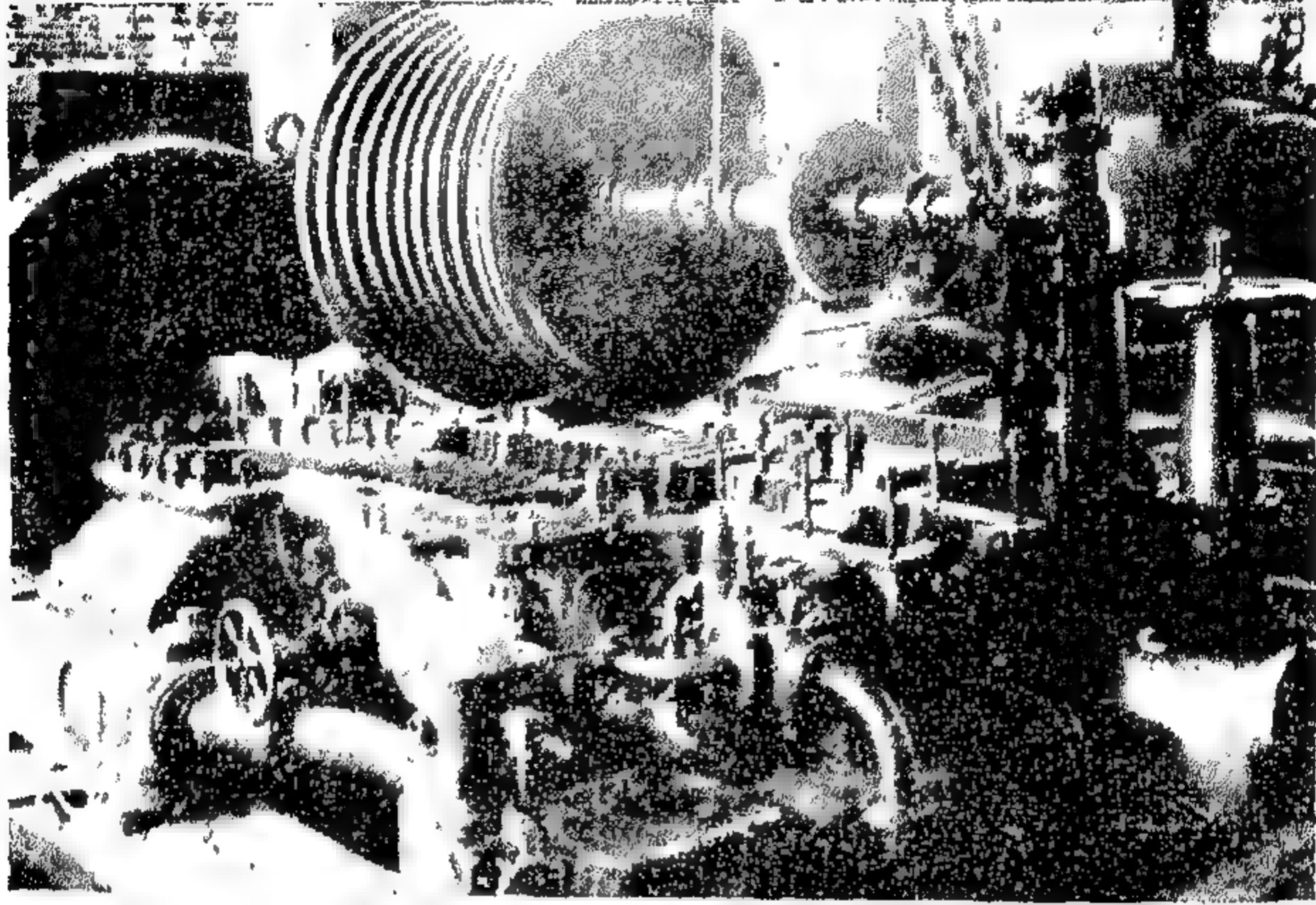
شكل (١٠) قطاع لطاحونة القمح



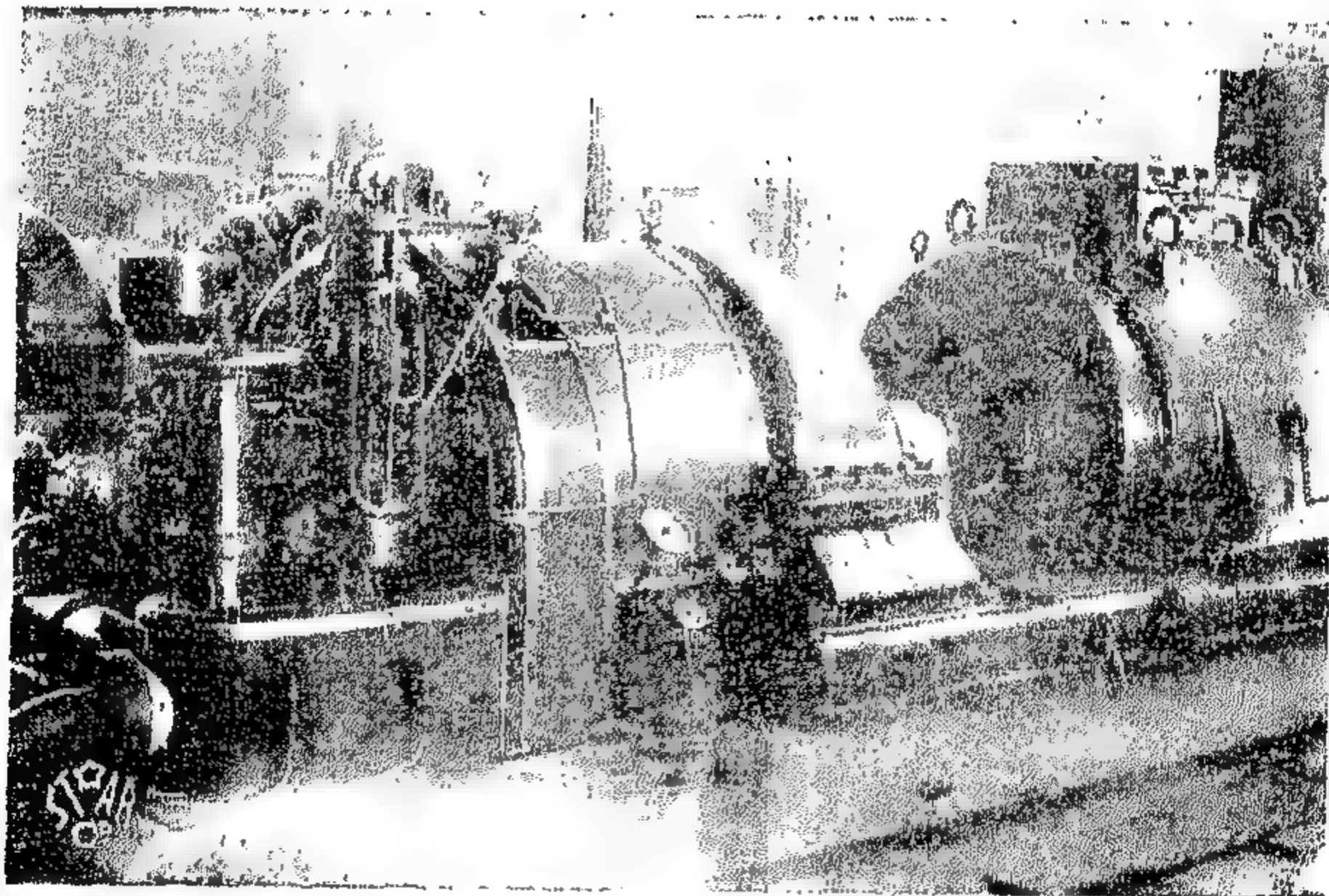
شكل (١١) عنبر التريينات



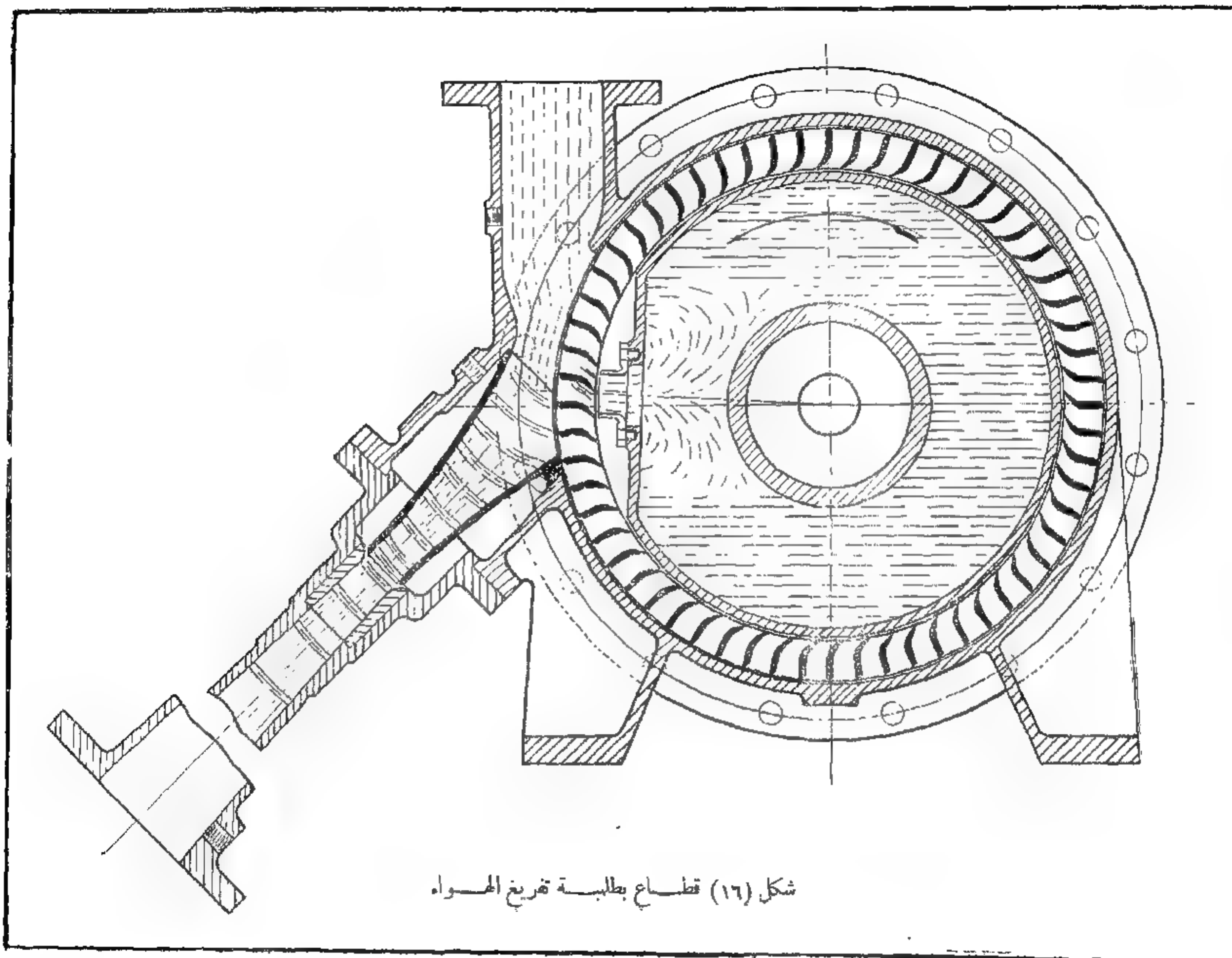
شكل ١٢ - قطاع للتربين

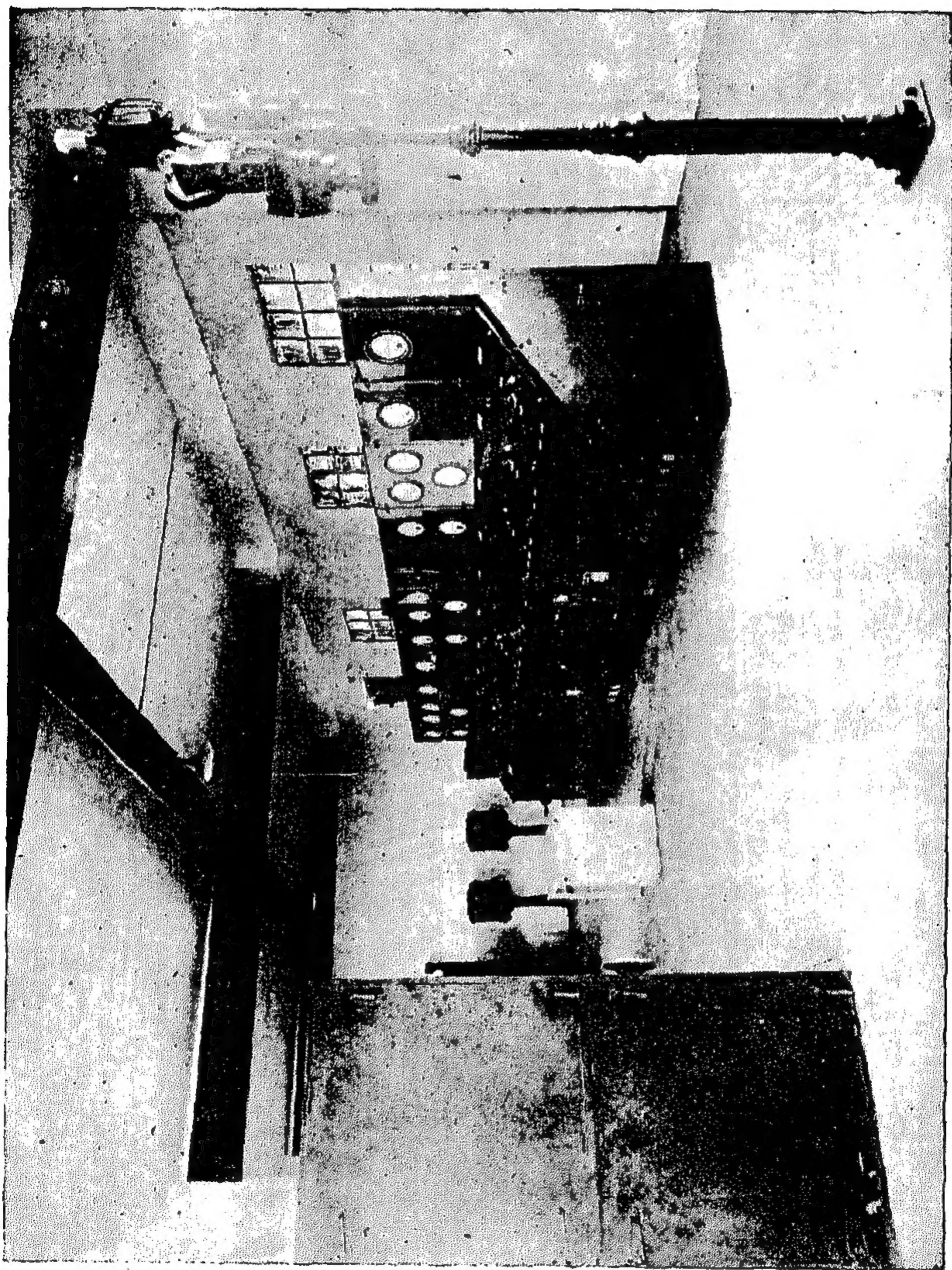


شكل (١٤) التربين مفتوح



شكل (١٥) التربين مقفل





شكل (١٧) لوحة الضغط العالي

